DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang. 16. November 1917. Heft 46.

Die Einsteinsche Gravitationstheorie und die Sonnenfinsternis im Mai 1919.

Von Dr. O. Birck,

Wiss. Hilfsarb. des Kgl. Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam.

Inhaltsangabe: a) Die Deutsche Expedition 1914. Die Finsternis von 1919 als günstiger Prüfstein für *Einsteins* Voraussagungen. Literatur. b) Zustandekommen und Vorausberechnung der Finsternis. c) Das Sichtbarkeitsgebiet der Finsternis. Die Landkarten. d) Die Dauer der totalen Verfinsterung. Verfinsterte Inseln. e) Die auf Einsteinsche Verschiebung zu prüfenden Sterne. f) Gesichtspunkte für die Auswahl des Reiseziels der Expeditionen: Tageszeit, Bewölkung, Luftunruhe, Transportverhältnisse, Schlafkrankheit. g) Die englischen Reiseziele. h) Besorgnisse wegen der Luftunruhe. Land- oder Seestation? Vorteil Brasiliens.

a) Die deutsche Expedition von 1914. Die Wichtigkeit der am 29. Mai 1919 bevorstehenden Sonnenfinsternis für die experimentelle Prüfung der Einsteinschen Theorie.

Nach *Einsteins* Gravitationstheorie erleidet ein Lichtstrahl eine Krümmung, wenn er ein Gravitationsfeld durchsetzt. Zur experimentellen Prüfung dieser wichtigen Folgerung der Relativitätstheorie bieten sich in erster Linie die totalen Sonnenfinsternisse dar, da wir während dieser in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes Fixsterne beobachten können. Die stärkste Versetzung erleiden Sterne dicht am Sonnenrande, sie beträgt 1,75 Bogensekunden; Sterne im Abstande r vom Sonnenzentrum werden um 1,75 $(r_\odot : r)$ Bogensekunden versetzt, wenn $r_\odot$ den Radius der Sonne bezeichnet. Ortsveränderungen der Sterne von der Größenordnung einer Bogensekunde festzustellen, erfordert sehr vollkommene Hilfsmittel und liegt dann gerade noch an der Grenze des Erreichbaren.

Die ersten Astronomen, die den Entschluß faßten und verwirklichten, eine Expedition eigens zum eben erwähnten Zweck auszurüsten, waren *E. Freundlich* und *W. Zurhellen* von der Berliner Sternwarte. Mit einem eigens für diesen Zweck gebauten, aus vier photographischen Fernrohren bestehenden Instrument unternahmen sie Ende Juli 1914 die Reise nach der Krim, um dort, in Feodosia, während der totalen Sonnenfinsternis am 21. August 1914, Aufnahmen des Sternenhimmels in der Umgebung der verfinsterten Sonne zu machen, auf denen sie zum ersten Male eine experimentelle Bestätigung der Einsteinschen Verschiebung zu erlangen hofften. Der Kriegsausbruch vereitelte das Unternehmen. Über das Schicksal der deutschen Finsternisexpedition in Rußland vgl. Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 50. Jahrg. (1915), S. 52, 56, 76 bis 78, 115—118. Während *Zurhellen* und *Freundlich* nach längerer Gefangenschaft heimkehren konnten, befindet sich ihre instrumentelle Ausrüstung noch jetzt in russischem Gewahrsam. *Zurhellen* fiel im Juli 1916 vor dem Feinde; vgl. den Nachruf in Astronom. Nachr. Bd. *203* (1916), Nr. 4856, S. 131.

Literatur über die astronomische Seite der *Einstein*schen Theorie sowie die von englischer Seite für 1919 in Aussicht genommene Expedition:

A. Einstein, Annalen der Physik (4) *35* (1911), S. 908 und (4) *49* (1916), S. 822.

E. Freundlich, Astron. Nachr. Bd. *193* (1913), Nr. 4628, S. 369, sowie dessen Buch „Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie", Berlin (Springer) 1916, S. 47, endlich: Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 52. Jahrg., Lpz. 1917, S. 129—151.

W. de Sitter, Monthly Notices of the R. Astronomical Society, vol. *76*, S. 699—728, bes. S. 719; fortgesetzt in vol. 77, S. 155—184, London 1916.

F. W. Dyson, Monthly Notices of the R. Astronomical Society, vol. 77, London, März 1917, S. 445.

Ferner in den Heften Nr. 512 und Nr. 515, S. 153 bis 156 und 269 der Londoner Monatsschrift „The Observatory" (1917) Erörterungen von *F. W. Dyson*, *H. H. Turner*, *A. R. Hinks* und *J. Evershed*.

Natürlich lag es nach dem Scheitern der Krimexpedition nahe, nicht erst eine neue Finsternis abzuwarten, sondern auf *vorhandenen Aufnahmen älterer Sonnenfinsternisse* nach Sternen in der Nähe des Sonnenrandes zu suchen, die den *Einstein*effekt zeigen könnten. Diese Bemühungen, über die *Freundlich*, *Dyson* und *Turner* l. c. berichten, scheiterten daran, daß jede der untersuchten Platten, die ja zu ganz anderem Zweck aufgenommen waren, hinter den neuartigen Anforderungen in der einen oder anderen Beziehung zurückblieb. Wir besitzen daher auch heute noch keinen experimentellen Beweis für oder gegen die von *Einstein* behauptete Krümmung der Lichtstrahlen in Schwerefeldern.

Nun entwickelt aber *Dyson* l. c. den Plan, ausgiebige Vorbereitungen zur Entscheidung der Frage gelegentlich der totalen *Sonnenfinsternis* zu treffen, die *am 29. Mai 1919* in den äquatorialen Teilen Südamerikas, des Atlantischen Ozeans und Afrikas zu sehen sein wird. Gerade *diese* Finsternis wird, wie *Dyson* hervorhebt, einen besonderen Vorteil bieten durch die ungewöhnlich große Zahl von hellen Sternen, die in der Nachbarschaft der verfinsterten Sonne zu sehen und zu photographieren sein werden. Indem er Sterne bis zur siebenten Größe berücksichtigt, findet er fünf Sterne, die eine Einsteinsche Verschiebung von 0,″5 bis 1,″2 zeigen müßten, und innerhalb eines Kreises von 80 Bogenminuten Radius acht weitere Sterne, die einer geringeren Verrückung unterliegen und daher sozusagen das Triangulations-

netz bilden würden, an dem man die Verrückungen der fünf erstgenannten Sterne müßte konstatieren können.

Leider liegt aber die Mehrzahl dieser Vergleichsterne zufällig auf derselben Seite der Sonne, und *Dyson* scheint demgemäß zu beabsichtigen, die Sonne nicht auf die Mitte der Platte bringen zu wollen, sondern um etwa 30 Bogenminuten abseits. Wir kommen unten, bei Fig. 7, darauf zurück.

Zunächst soll hier, in Anbetracht des großen Interesses, auf das die Frage nach astronomischen Kriterien für oder gegen die Relativitätstheorie in weiten Kreisen rechnen darf, auf die bevorstehende Finsternis selbst etwas näher eingegangen werden; der nachstehende Bericht möchte einiges vom Zustandekommen der Finsternis und von ihrer Vorausberechnung erzählen, dann aber auch an Hand der beigebrachten Landkarten *im Kreise tropenkundiger Leser um Rat werben*, an welchen Stellen des zur Auswahl von Expeditionszielen stehenden Ländergebiets man Ende Mai mit einiger Wahrscheinlichkeit auf klaren Tageshimmel rechnen kann. Zur Auswahl steht das Innere des auf den beigegebenen Landkarten, Fig. 2 bis 5, eingezeichneten, schmalen, leicht gekrümmten Bandes („Totalitätsbandes"), doch sind möglichst Orte zwischen dem 50. Grad westlicher und dem 20. Grad östlicher Länge von Greenwich zu wählen; in den dadurch ausgeschlossenen Endstücken des Totalitätsbandes stünde nämlich die verfinsterte Sonne weniger als 30 Grad über dem Horizont, so daß von der Luftunruhe und anderen mit der Nähe des Horizonts wachsenden Fehlerquellen ein Mißlingen der Aufnahmen zu besorgen wäre.

b) Das Zustandekommen der Sonnenfinsternis und ihre Vorausberechnung

sind in Fig. 1 veranschaulicht. Was wir als Sonnenfinsternis zu bezeichnen pflegen, würden wir, wenn wir auf der Sonne lebten, einen Vorübergang des Erdmöndchens vor der Erdscheibe nennen. Auf diesen fingierten Standpunkt will uns Fig. 1 versetzen. Wir erblicken das Erdmöndchen links an der Erdscheibe, eben im Begriff, seinen Vorübergang vor der Erde anzutreten. Es ist gerade mitteleuropäischer Mittag, 0 Uhr M. E. Z., des Finsternistags. Darum die Null beim Mondzentrum. Die Bahn, die das Mondzentrum zu begehen sich anschickt, ist durch die Gerade *m—m* gegeben, und die Nullenkreise mit römischen Zahlen bezeichnen den Platz, den das Mondzentrum um 0, I, II, III und IV Uhr M. E. Z. einnehmen wird. Da wir uns nun aber selbst in der Lichtquelle, auf der Sonne, befinden, so geben, in unserer Figur, die Punkte 0, I, II, III, IV zugleich auch die jeweilige Lage des Mittelpunktes jener Schattenfigur an, in welcher die Erdoberfläche jeweils den wandernden Schattenkegel des Mondes auffängt. Ist diese Schattenfigur auch, als Durchdringungsfigur von Kegel und Kugel, ein doppelt gekrümmtes Oval im Raume, so erscheint sie uns, der Lichtquelle, doch als Kreis, und zwar gerade von der Größe der Nullenkreise. Es ist natürlich der *Kernschatten* gemeint, den der Kernschattenkegel, d. h. der gemeinsame *äußere* Berührungskegel der Sonnenkugel und des Mondkügelchens, auf der Erde abzeichnet. (Der *innere* Berührungskegel, der sog. Halbschattenkegel, der einem großen Teil der Erdoberfläche eine *partielle* Sonnenfinsternis verschafft, interessiert uns hier nicht. Nähere Angaben über ihn bringt das Berliner Astronomische Jahrbuch für 1919 auf Seite 376.)

Weil die sichtbare Erdhalbkugel sich uns und dem Monde entgegenwölbt, so fallen die Schattenkreise um so größer aus, je näher sie in der Figur dem Mittelpunkt der Erdscheibe stehen. Der geometrische Ort all der Lagen, die der Schattenkreis nach und nach annimmt, ist daher ein schmales, langes Band, das, in der Mitte am breitesten, nach beiden Enden hin sich allmählich verjüngt.

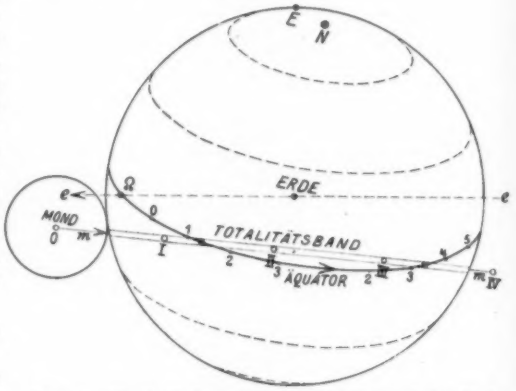


Fig. 1. Mond, Erde und Totalitätsband auf der Erde, gesehen von der Sonne am 29. Mai 1919.

Man nennt dieses in Fig. 1 eingezeichnete Band das *„Totalitätsband"*, weil jeder Ort, der innerhalb dieses Bandes auf der Erde liegt, an jenem Tage eine totale Sonnenfinsternis erleben wird. Fragen wir, welcher Erdort erlebt zu einer bestimmten Stunde M. E. Z. eine totale Sonnenfinsternis, so suchen wir auf der römischen Zeitskala die entsprechende Stelle auf und lesen am System der Breitenkreise der Erde — es sind die Kreise mit 0, $\pm 30°$ und $\pm 60°$ Breite eingezeichnet — die geographische Breite ohne weiteres ab. Um die geographische Länge zu bekommen, hat man noch zu ermitteln, welcher Punkt dieses Breitenkreises im Verlauf seines täglichen Umschwungs um die Erdachse gerade zur richtigen Zeit im Schattenkreise eintrifft. Die Figur erläutert das für den Fall des Äquators. Die Rechnung ergibt erstens, daß die Achse des Schattenkegels um $1^h\ 20^m$ M. E. Z., und dann später nochmals um $3^h\ 23{,}5^m$ M. E. Z., den

Äquator schneidet; zweitens, daß die in 32° 30′ westlicher und in 11° 20′ östlicher Länge von Greenwich gelegenen Äquatororte zu den eben genannten Zeiten an den gleichen Orten wie der Schattenkreis stehen, hier also eine totale Sonnenfinsternis erleben. Für den ersteren Erdort zeigt Fig. 1 seine Plätze um 0, 1, 2, 3 Uhr M. E. Z. durch die entsprechend arabisch bezifferten Nullenkreise in der linken Hälfte des Äquators auf; ähnlich können wir auf der rechten Hälfte des Äquators den Weg des zweiten Erdorts, in 11° 20′ ö. L., von 2 bis 5 Uhr M. E. Z. verfolgen. Wenn man die arabische mit der römischen Zeitskala vergleicht, so sieht man, wie der langsame Erdort gerade zur rechten Zeit von dem mehr als doppelt so raschen Mondschatten überholt wird. Den Mond selbst mußten wir uns, nach Erzeugung seines Schattens, wieder fortdenken; denn in Wirklichkeit würde uns, auf unserm Standpunkte in der Sonne, der kleine Mond hindern, das noch viel kleinere verfinsterte Fleckchen Erde, das hinter ihm steht, wahrzunehmen. Es braucht kaum gesagt zu werden, daß die soeben für den Äquator angestellte Betrachtung sich ohne wesentliche Änderung auf jeden anderen an der Finsternis teilnehmenden Breitenkreis der Erde übertragen ließe.

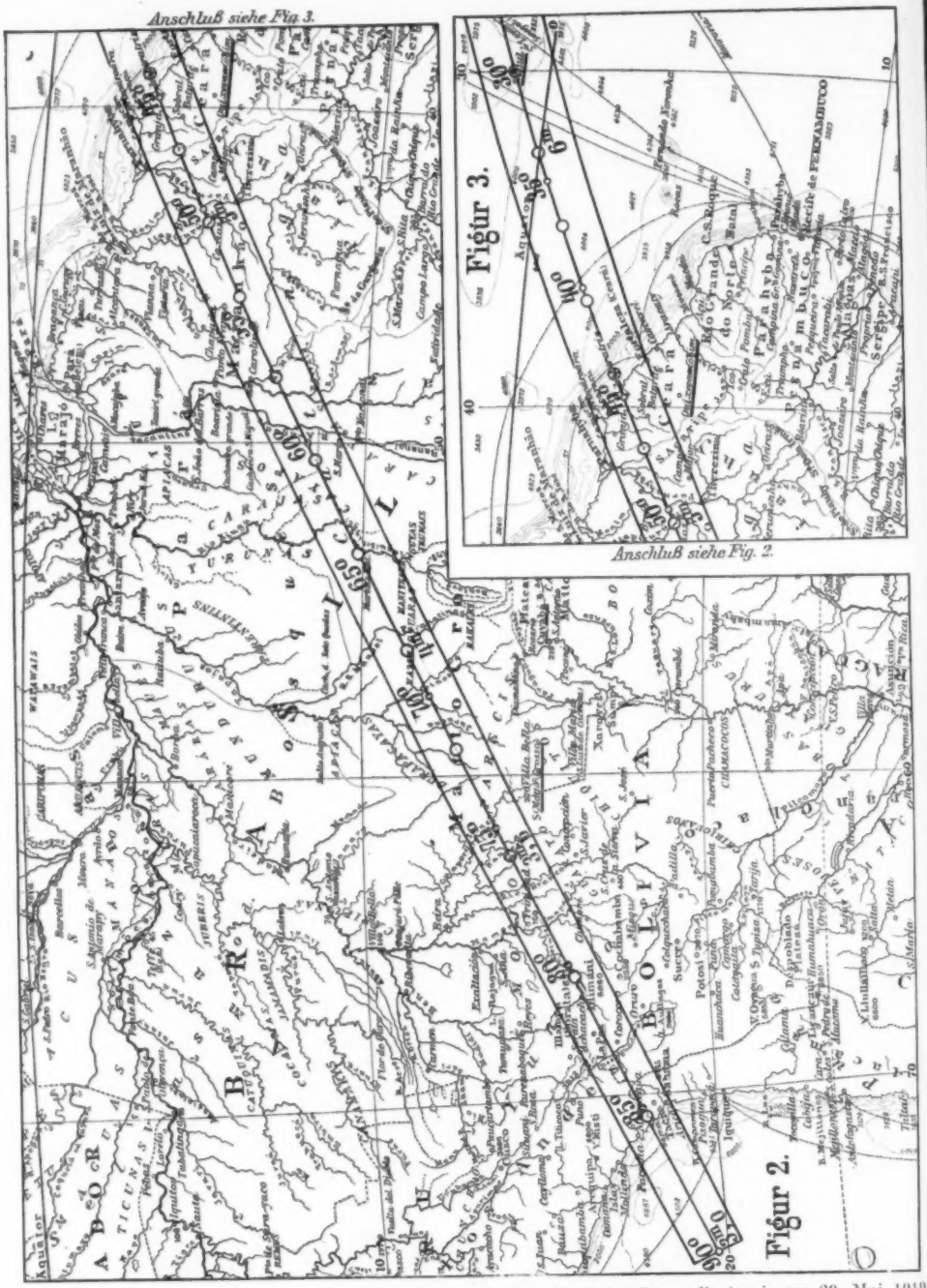
Hiermit sind im wesentlichen diejenigen Aufgaben anschaulich beschrieben, deren analytischer Behandlung eine sehr umfangreiche Fachliteratur gewidmet ist. Es seien hier nur das Hauptwerk von *P. A. Hansen*, Abhdl. d. sächs. Ges. d. Wiss., Bd. *4*, Lpz. 1859, S. 303, sowie der Bericht von *F. K. Ginzel* und *A. Wilkens*, Theorie der Finsternisse, Lpz. 1910, in der „Encykl. d. mathem. Wissenschaften", Bd. *VI* 2, Heft 3, S. 335, erwähnt. Die Theorie berücksichtigt auch solche Feinheiten, wie die Abplattung der Erde und die Strahlenbrechung in ihrer Atmosphäre. Auch auf *Newcomb-Engelmanns* Populäre Astronomie, 5. Aufl., hrsg. von P. Kempf u. a., Lpz. 1914, S. 20 ffg., sei zur Einführung hingewiesen.

Alle Finsternistheorien setzen natürlich *die Mondbahn selber* als bekannt voraus, d. h. also den Verlauf der Geraden $m—m$ in unserer Fig. 1, nebst ihrer römischen Zeitskala, sowie den Abstand des Mondes von der Erde, nach welchem sich die Größe des Schattenkreises auf der Erdoberfläche richtet. Für diese Rechnungsunterlagen besitzt man als Hauptnachschlagewerk *Th. v. Oppolzers Canon der Finsternisse*, Denkschr. d. Akad. in Wien, math.-ntw. Cl., *52*. Bd., 1887. Dieser Canon beruht auf jener *theoretischen Mondbahn*, die sich als Quintessenz der störungstheoretischen Spezialuntersuchungen über den Mond ergeben hat. Nun hat jedoch die Vergleichung der überlieferten Finsternisse des Altertums mit der Theorie bekanntlich zu der Erkenntnis geführt, daß der Mond sich nicht ganz genau an die Theorie hält, und *Th. v. Oppolzer* und *F. K. Ginzel* haben daher umgekehrt aus den überlieferten Finsternissen des Altertums und Mittelalters *empirische Korrektionen für den Mondort* hergeleitet und in den Dienst einer besseren Vorausberechnung künftiger Finsternisse gestellt. *S. Newcomb* zog zu gleichem Zweck ein reicheres neuzeitliches Material, als es Finsternisse allein zu bieten vermögen, heran, nämlich die neuzeitlichen Beobachtungen der sehr häufigen *Sternbedeckungen durch den Mond*. In den „Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris . . .", vol. *9*, part 1, Washington 1912, gibt er S. 211 ein interessantes Diagramm, wonach die mittlere Länge des Mondes unerklärte Schwankungen von ± 4 Bogensekunden Amplitude zeigt. Aus *Newcombs* Untersuchungen ergaben sich jene Mondortsverbesserungen, die für das Jahrbuch der amerikanischen Astronomen, die *„American Ephemeris and Nautical Almanac"* in Washington neuerdings zur Grundlage einer möglichst zuverlässigen Vorausberechnung der Finsternisse gemacht werden. Die Angaben dieses Jahrbuchs liegen auch dem gegenwärtigen Bericht zugrunde.

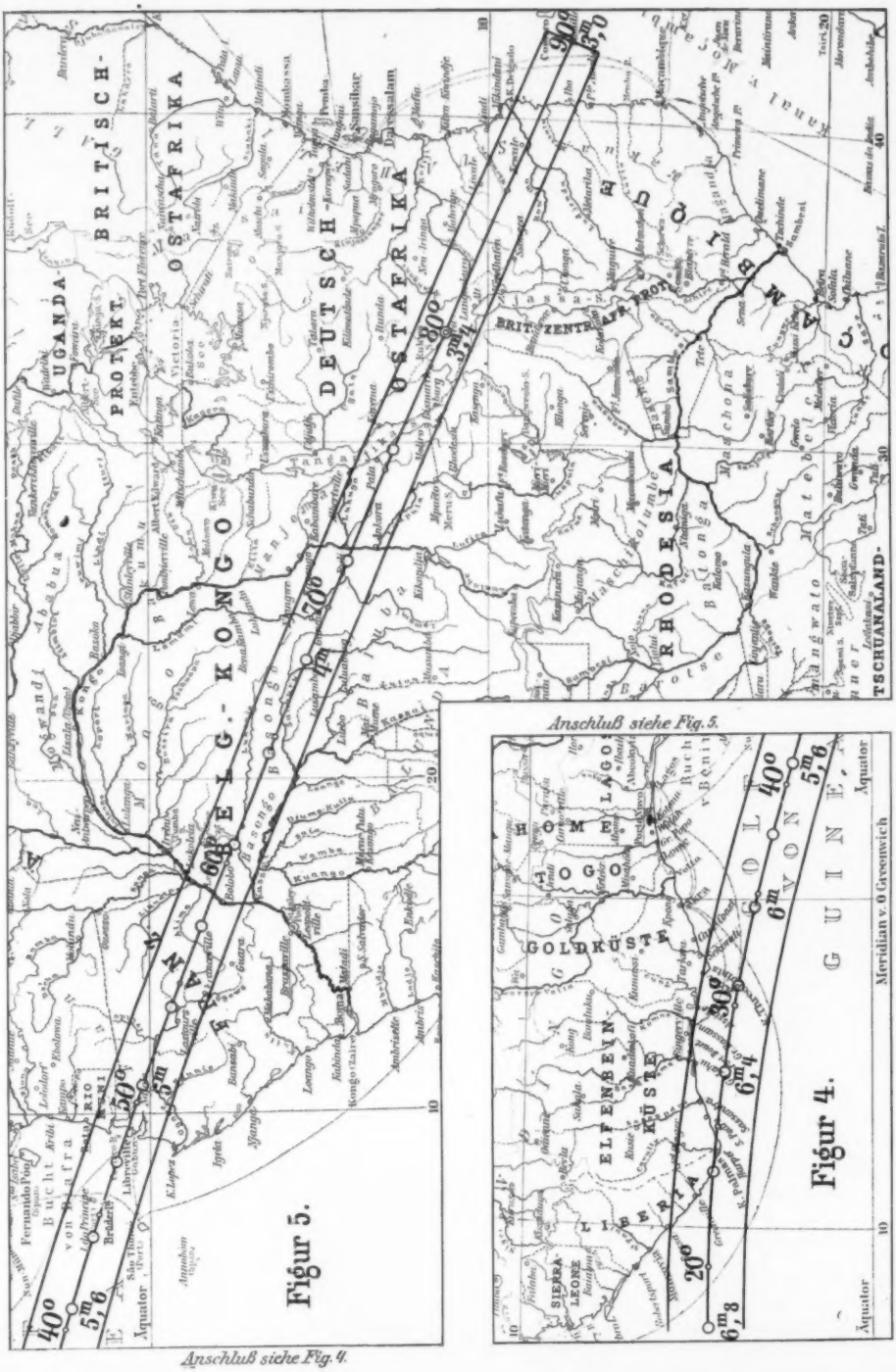
Es war hier noch nicht davon die Rede, daß auch die Erde nicht völlig stille steht, sondern, in ihrer jährlichen Bahn um die Sonne, während der paar Finsternisstunden schon um ein gewisses Stück längs der Ekliptik $e—e$ mit ihrem Schwerpunkt nach links, in der Fig. 1, weiterrückt. In Wirklichkeit ist dieser Umstand bei Zeichnung der Figur bereits berücksichtigt. Wir sind, während der ganzen Dauer der Finsternis, von der Sonne aus der ihren Jahresumlauf um uns langsam fortsetzenden Erde dauernd mit dem Blick gefolgt, oder haben, analytisch gesprochen, alle Bewegungen auf ein Koordinatensystem bezogen, in welchem außer dem Sonnenmittelpunkt auch das Erdzentrum und die den ersteren mit der Erdachse verbindende Ebene ruht. Würden wir vom Finsternistage ab drei Wochen lang, bis zum Sommersolstitium, dauernd von der Sonne aus auf die Erde blicken, so würde das Gradnetz in Fig. 1 sich allmählich verlagern. Es würde nämlich der Nordpol N der Erde und alle Breitenkreise um den Fixpunkt E, den Pol der Ekliptik, geschwenkt werden, so daß N senkrecht unter E zu stehen kommt und die Ekliptik $e—e$ zwar ihre wagerechte Richtung behält, aber ihr Schnittpunkt mit dem Äquator, der sog. „Frühlingspunkt", der schon am Finsternistage dem linken Erdrande recht nahe gekommen ist, ganz in diesen hineinrückt. Fig. 1 gilt also nur für das Jahresdatum des 29. Mai. Der Pol E der Ekliptik liegt dauernd auf dem nicht eingezeichneten nördlichen Polarkreis der Erde.

c) Das Kartenmaterial.

Die vier *Landkarten* (Fig. 2—5) sollen zur Auswahl von Reisezielen für Expeditionen dienen, die die totale Finsternis am 29. Mai 1919 beobachten wollen. Auf den dem Andreeschen Hand-



Totalitätsband der Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919.
(Fig. 2: Brasilien; Fig. 3: Insel S. Paul;
Fig. 4: Kap Palmas; Fig. 5: Zentralafrika.)
Grundlage aus Andrees Handatlas, VI. Auflage.



Figur 5.

Figur 4.

atlas, VI. Auflage, mit gütiger Erlaubnis des Verlags entnommenen Karten ist das Totalitätsband eingezeichnet und mit zwei Skalen versehen worden. Die obere Skala, von 5 zu 5 Graden fortschreitend, gibt für jeden auf der Zentralitätslinie gelegenen Erdort denjenigen Winkelabstand z vom Zenit an, unter dem sich daselbst die Mitte der Sonnenscheibe im Augenblick ihrer zentralen totalen Verfinsterung zeigt (*„Zenitdistanz" z der Sonne*). An beiden Enden der Zentralitätskurve steht die total verfinsterte Sonne im Horizont, $z = 90°$. Die untere Skala im Totalitätsbande gibt die *Dauer der Totalität* für die Orte der Zentralitätskurve in Zeitminuten (siehe unten).

Fig. 2 und 3 bringen, teilweise übereinander greifend, zusammen den Anfangsbogen, Fig. 4 und 5 analog den Endbogen des Totalitätsbandes zur Darstellung. Das nicht dargestellte Mittelstück dieses Bandes würde an sich die besten Beobachtungsumstände, nämlich die längste Totalitätsdauer, bis zu $6^m\ 50^s{,}6$, und kleinste Zenitdistanz der Sonne darbieten, fällt aber in den Atlantischen Ozean und kommt daher für Expeditionen, die festen Boden brauchen, als Ziel nicht in Frage.

Über die verfinsterten Inseln vgl. den folgenden Abschnitt.

d) Die Dauer der totalen Sonnenfinsternis für den einzelnen Beobachtungsort. Verfinsterte Inseln.

Die *Totalitätsdauer* in einem Punkte der Zentralitätslinie m—m ergibt sich leicht aus dem Durchmesser des Schattenkreises und der Relativgeschwindigkeit des Schattenkreises gegen den verfinsterten Erdort, nach Formeln von *Hansen*. Man kann sie aus unseren Landkarten (Fig. 2—5) an der in den Totalitätsbändern angebrachten unteren Skala ablesen, die nach Fünftel-Zeitminuten fortschreitet und nach den Angaben der „American Ephemeris" berechnet ist. Für *Punkte außerhalb der Zentralitätslinie* m—m bemißt sie sich, statt nach dem Durchmesser des Schattenkreises, nach dessen Sehne, und zwar nach derjenigen Sehne, die durch den Beobachtungspunkt S parallel zur Zentralitätslinie zu ziehen ist (Fig. 6). Sie ist der Länge dieser Sehne proportional. Ist also F der Fußpunkt des von S auf die Zentralitätslinie gefällten Lotes, ist der Abstand $SF = a$ gesetzt, ist der Radius des Schattenkreises, also die halbe Breite des Totalitätsbandes, gleich r, und dauert die Totalität in F f Minuten, so dauert sie in S näherungsweise $(f \cdot \cos \omega)$ Minuten, wenn sin $\omega = a : r$ gesetzt wird. Danach ergibt sich zum Beispiel für die in der Totalitätszone gelegenen Inseln, indem man für sie f, a und r aus unseren Figuren entnimmt, folgende Totalitätsdauer $(f \cdot \cos \omega)$:

Insel	Länge von Greenwich	f Min.	a mm	r mm	$f \cdot \cos \omega$ Min.
S. Paul	29°3 West	6,25	2,0	6,2	5,92
J. do Principe .	7°4 Ost	5,31	1,25	5,66	5,18
Brüder-Inseln .	7°3 Ost	5,31	0,0	5,66	5,31
Corisco-Insel .	9°3 Ost	5,14	1,0	5,4	5,05

e) Den Sternenhimmel in der Umgebung der verfinsterten Sonne

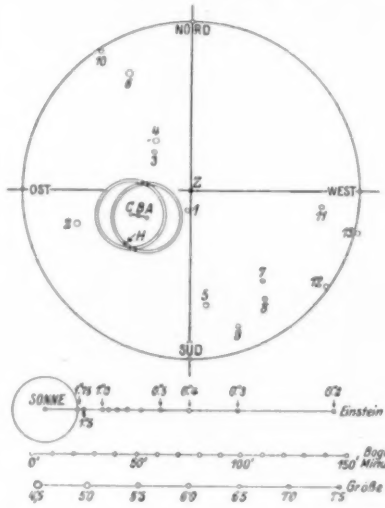


Fig. 7. Die am 29. Mai 1919 auf Einstein-Effekt zu prüfenden Fixsterne in der Nachbarschaft der verfinsterten Sonne.

Fig. 6: Ermittlung der Totalitätsdauer für außerhalb der Zentralitätslinie m—m gelegene Beobachtungsorte S.

stellt Fig. 7 dar. Die Sterne bis zur 7. Größe sind von *Dyson* nach wachsender Distanz von der Mitte der verfinsterten Sonnenscheibe fortlaufend von 1 bis 13 numeriert. A, B, C sind die Orte dieser Sonnenmitte unter den Sternen für jene drei Zeitpunkte und gesehen von jenen drei Erdorten, in welchen die Totalität der Finsternis bei Sonnenaufgang, bei höchstem Sonnenstande und bei Sonnenuntergang eintritt. Für Beobachter in Brasilien liegt der Mittelpunkt der total verfinsterten Sonne also zwischen A und B, für Beobachter in Afrika zwischen B und C in Fig. 7. Die Kreisringe um A und C veranschaulichen die Ränder der Sonnen- und Mondscheibe; die letztere ist natürlich hier die größere von beiden. Die starke *seitliche Versetzung des Schwerpunktes*

der 13 Sterne gegen die Quelle der Einsteinschen Störung, *die Sonne*, verstößt gegen die kritischen Anforderungen, die man an Präzisionsmessungen dieser Art zu stellen gewöhnt ist. Man wird sich allenfalls damit abfinden können, wenn man *„Triplets", photographische Objektive mit nahezu geebnetem Bildfeld*, benutzt. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß *Sterne schwächer als 7. Größe* unter günstigen Umständen zu erlangen sind, so daß dann mit der wachsenden Anzahl der Sterne der Zwang zur Asymmetrie entfällt.

Der in der Nähe des südlichen Sonnenrandes für den Zeitpunkt *A* in Fig. 7 eingetragene Stern 7.5ter Größe, mit *H* bezeichnet, scheidet leider am Finsternistage aus, da seine Bedeckung durch die Sonne zu frühzeitig beginnt; *die stärkste Einsteinsche Verschiebung wird* demnach *Stern 1 erfahren*, dessen Bedeckung durch den Mond glücklicherweise noch rechtzeitig vor dem Beginn der totalen Sonnenfinsternis ihr Ende findet.

Die *Größe der Einsteinschen Verschiebung* läßt sich in Fig. 7 leicht für jeden Stern abgreifen, indem man seinen Abstand von *B* (bzw. von dem auf der Strecke *AC* durch Interpolation zu findenden jeweiligen Ort des Sonnenzentrums) in den Zirkel nimmt und in der mit „Einstein" bezeichneten Skala vom Mittelpunkt der „Sonne" ab aufträgt. Für Stern Nr. 1 ergibt sich dabei eine *maximale Einsteinsche Verschiebung von 1,2 Bogensekunden.*

f) Gesichtspunkte für die Auswahl des Reiseziels der Expeditionen (Tageszeit der Finsternis; Bewölkung und Luftunruhe; Transportverhältnisse; Schlafkrankheit).

Für die Auswahl der Beobachtungsplätze kommen zunächst alle Orte im Innern des in unseren Landkarten, Fig. 2—5, eingetragenen Totalitätsbandes in Frage, doch müssen wir den Ozean ausnehmen, sowie jene Endstücke des Totalitätsbandes, wo sich, laut der oberen in diesem Bande angebrachten Skala, die verfinsterte Sonne in Zenitdistanzen von über 60°, also wegen der Luftunruhe (siehe Abschnitt *h*) zu tief für genaue Aufnahmen der sie umgebenden Sterne, zeigen würde. Es verbleiben sonach zur Wahl nur das Bandenstück vom 50. Grad westl. Länge bis zur brasilianischen Küste (Fig. 2), das Bandenstück von der afrikanischen Westküste bis zum 20. Grad östlicher Länge (Fig. 5), die Gegend um Kap Palmas (Fig. 4) sowie die in Abschnitt d) einzeln aufgeführten, in Fig. 3 und 5 leicht zu findenden Inseln.

Da die Bewölkungsverhältnisse, die für die Wahl des Reiseziels wohl mit den Ausschlag geben werden, in den Tropen stellenweise einen täglichen Gang erkennen lassen, so sei zunächst die *Tageszeit der Totalität* durch folgende Tabelle angegeben, in welcher *L* die von Greenwich gezählte geographische Länge des Beobachtungsortes, *t* dessen wahre Ortszeit zur Zeit der Totalität, entsprechend dem Stundenwinkel der verfinsterten Sonne, bedeutet:

	vormittags						nachmittags					
t	7	8 · 9	10 · 11			12	· 1	2 · 3	4 · 5			Uhr
L	68	55	44	34	26	18	9	0	9	21	33	Grad
			westliche Länge						östliche L.			

Es kommt nun darauf an, an welchen Stellen des zur Wahl stehenden Totalitätsbandes zur angegebenen Ortszeit Ende Mai mit Wahrscheinlichkeit auf klaren Himmel zu rechnen ist.

Chancen in Afrika:

Nach *J. Hann*, Hdb. der Klimatologie, Bd. *II* 1, 3. Aufl., Stuttgart (Engelhorn) 1910 scheinen die Witterungsaussichten für den gesamten afrikanischen Teil der Totalitätszone recht ungünstig zu sein. So findet z. B. *H. Soyaux*, Meteorol. Zs. *22* (1905), S. 121, die mittlere Bewölkung auf seiner meteorologischen Station am Gabun (9° 35′ ö. L. + 0° 25′) im Mai zu 78, im Juni zu 79 %.

Was die *Schlafkrankheit im tropischen Afrika* betrifft, so gab das Londoner internationale *Sleeping sickness bureau* die „Skeleton Maps of Tropical Africa, showing the distribution of Tsetseflies and Sleeping sickness", 1 : 7 500 000, London 1909 heraus. Einem Bericht über sie, den *Georg Meyer* (Hannov.-Münden) in Petermanns Geogr. Mitteilungen, *56.* Jhrg. 1910, 2. Halbband, S. 57 mit Tafel 11 gibt, ist folgendes zu entnehmen:

Das in Fig. 5 dargestellte Totalitätsband durchsetzt vier größere *Seuchenherde;* es sind dies der Golf von Guinea (Prinzeninsel, Libreville), der untere Kongo bei Bolobo (Alimafluß bis Leopold II.-See), das von Luluaburg nach dem oberen Kongo (Njangwe und Kasongo) führende Seuchengebiet und endlich die Ufer des Tanganyika-Sees. Zwischen diesen Herden kommt aber auch an fast allen größeren Flußläufen, die sich in dem von der afrikanischen Westküste bis zum oberen Kongo bei Ankora reichenden Bogen des Totalitätsbandes vorfinden, so an den Ufern der Flüsse Ogowe, Alima, Kassai und Sankuru, die *Tsetsefliegengattung Glossina palpalis* vor, deren Stich den schlafkrankmachenden Blutschmarotzer von schlafkranken Menschen auf Gesunde überträgt. Allenthalben wechseln immerhin die verseuchten Landschaften mit glossinenfreien ab; größere ungefährdete Bezirke erreicht das afrikanische Totalitätsband der Finsternis jedoch erst östlich des oberen Kongo, wo Ankora an, wo dann aber die verfinsterte Sonne nur noch weniger als 20 Grad über dem westlichen Horizonte steht.

Chancen in Brasilien:

Günstigere Chancen scheinen sich *in Brasilien* darzubieten. In *Quixeramobim* (39,7° westl. v. Greenw., — 4,9° Breite) soll die Sonnenscheindauer im Mai und Juni 60—70 % ihres theoretischen Höchstwertes betragen (Meteorol. Zs. Bd. *19*, 1902, S. 552, und Bd. *25*, 1908, S. 165). Weiter landeinwärts sind meteorologische Aufzeichnungen spärlich; aus *Cuyabá*, das auf dem

Plateau von Matto Grosso 430 km südöstlich der Zentralitätslinie liegt (55,9° westl. v. Greenw., — 15,5° Breite), wird gar eine mittlere Bewölkung von nur 44 und 32% im Mai und Juni gemeldet (Meteorol. Zs. Bd. 24, 1907, S. 235), doch steht im Staate Matto Grosso die verfinsterte Sonne nur 20 Grad über dem Horizont.

g) Die Reiseziele der englischen Expeditionen.

Auch *A. R. Hinks* hält das gesunde *Hochplateau des brasilianischen Küstenstaates Ceará* für günstig und empfiehlt besonders die Stadt *Sobral* wegen ihrer Bahnverbindung mit dem Hafen von Camocin. Auf der Insel *S. Paul*, einer guano-bedeckten, fischreichen, bis 64 Fuß hohen Felsengruppe, vermißt *Hinks* Ankerplatz und Quellwasser; während *Kap Palmas* zu regenreich sei, empfehle sich die hügelige, kakaoreiche portugiesische *Prinzeninsel* durch Landungsplatz und Bahnnetz für Lasttransporte. *Libreville* sei leicht zu erreichen, schwieriger ein Transport der Instrumente auf die nahen Waldhügel. Das *Waldgebiet des Kongo* sei zu dunstig und nebelig. Merkwürdigerweise empfiehlt *Hinks* das leicht erreichbare *Westufer des Tanganyikasees* (an dem doch die verfinsterte Sonne nur noch 15 Grad über dem Horizonte stehen wird!), und zwar die etwa je 35 km südöstlich bzw. südlich der Uferstadt Pala (= Mpala) in Fig. 5 nachzutragenden Missionsstationen *Baudouinville* (am Seeufer, Schlafkrankheit!) und *Lusaka* auf der gesünderen, aber Träger und Maultiere erfordernden benachbarten Hochfläche. Nach Angaben des Astronomen *Charlier* sei dort auf günstiges Wetter Ende Mai zu rechnen. *Hinks* stellt weitere Ermittelungen und einen Aufsatz im Geographical Journal, *Shackleton* meteorologische Informationen über die brasilianische Küstenstadt *Fortaleza* (Ceará) in Aussicht.

h) Die Luftunruhe als Störungsquelle. Land- oder Seestation?

Leider verbürgen auch klares Wetter und gute instrumentelle Ausrüstung noch nicht den Erfolg. Als unberechenbarer Faktor kommt die *Luftunruhe* hinzu, die die Bilder der Sterne auf der photographischen Platte tanzen läßt, so daß ein mehr oder minder verwaschenes Bild entsteht und schwächere Sterne verloren gehen. Hierüber liegen aus den Tropen kaum Erfahrungen vor; die Besorgnis liegt nahe, daß gerade in den Tropen tagsüber ein starkes Wallen der Sterne im Fernrohr sich bemerkbar machen wird. *J. Evershed* würde daher eine *Seestation* jeder *Landstation* vorziehen und empfiehlt, im Mai 1918 auf einer der *Inseln im Golf von Guinea* vorbereitende Beobachtungen über Witterung und Luftruhe anzustellen.

Alles in allem bietet Brasilien wohl die günstigsten Chancen. Immerhin ist zu wünschen, daß auch anderwärts an möglichst zahlreichen Plätzen Aufnahmen vorbereitet werden, um einem glücklichen Zufall die Hand zu bieten, und daß tropenkundige Leser dieses Berichts ihren erfahrenen Rat zu der Frage beisteuern möchten, an welchen Stellen des Totalitätsbandes man Ende Mai am ehesten auf klares Wetter wird rechnen können.

Besprechungen.

Hartmann, M., und C. Schilling, Die Pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten, zugleich eine Einführung in die allgemeine Protozoenkunde. Ein Lehrbuch für Mediziner und Zoologen. Berlin, Julius Springer, 1917. 462 S. und 337 Textabbildungen. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 24,—.

Das dem Andenken an *Schaudinn* und *v. Prowazek* gewidmete Werk ist die durchaus gelungene Lösung der von den Autoren sich gestellten Aufgabe, das in der Literatur fehlende, nicht zu umfangreiche Lehrbuch zu schaffen, „das zur Einführung in dieses theoretisch interessante und praktisch wichtige Gebiet geeignet" wäre und „dabei zugleich den Ansprüchen und Bedürfnissen der Mediziner nach eingehender Schilderung der Morphologie und Biologie der pathogenen Formen und der durch sie verursachten Erkrankungen sowie deren Heilung und Bekämpfung" entsprechen sollte. Die Tatsache, daß bei der erstrebten Kürze nicht alle Punkte gleichmäßig behandelt werden konnten, und sogar einige Lücken entstanden sind, vermindert in keiner Weise den Wert des seinen Zweck vollkommen erfüllenden, übersichtlich, kurz und klar abgefaßten Buches.

Einen verhältnismäßig großen, aber durchaus nicht zu großen Raum nimmt der vortreffliche, von *Hartmann* verfaßte allgemeine Teil ein, dessen hohe Bedeutung für die Biologie und besonders für die Mikrobiologie häufig zum Schaden der Wissenschaft unterschätzt wird. So dürfte nicht nur dem Zoologen, sondern auch dem Mediziner keine der dem gewidmeten 136 Seiten überflüssig erscheinen. Vielmehr dürfte beim Lesen der durch die gleichzeitige Berücksichtigung morphologischer und physiologischer Momente stets interessant bleibenden Darstellung eher die dem Rahmen des Lehrbuches entsprechende Kürze bedauert werden.

Da gerade unter den einzelligen Urtieren infolge der Erfüllung sämtlicher Funktionen durch die eine Zelle die kompliziertesten und am vielseitigsten entwickelten Zellen zu finden sind, besitzen Erfahrungen bei Protozoen große allgemeine Bedeutung. Obwohl die Ansicht *Gurwitsch's*, daß die Theorien über den Bau des Protoplasmas nach den Ergebnissen der Kolloidforschung keine Bedeutung mehr haben, gelten lassend, betont H., daß das Plasma zu denjenigen Kolloiden gehört, die fast ausschließlich einen Wabenbau aufweisen. Der die gleiche physikalische Beschaffenheit aufweisende Kern ist der zweite unerläßliche Bestandteil jedes Protozoons. Die Behauptung, daß bei jedem Protistenkern zwei Komponenten, eine lokomotorische und eine generative Komponente, sich nachweisen lassen, ist eine Verallgemeinerung, deren teilweise hypothetischer Charakter von *H.* zugegeben wird. Anders geartet ist die den Soma- und Keimzellen der Metazoen entsprechende, in der Form somatischer Kerne (Macronuclei) und Geschlechtskerne (Micronuclei) auftretende Doppelkernigkeit der Infusorien. Bei der Bildung von Kernen aus Chromidien ist die voraus-

gehende sogen. Chromidienbildung eher als die Aufteilung eines polyenergiden Kernes zu betrachten.

Das Kapitel über Statik und Dynamik behandelt neben den äußeren statischen Organellen (metabolische und ametabolische Pelliculabildungen, Haftorganellen, Hüllen, Zellwände und Schalen), die dem Koltzoffschen Postulat (Notwendigkeit von festen Elementen, die den flüssigen Plasmatropfen die konstante spezifische Gestalt aufzwängen) entsprechenden, in Form von Gelfibrillen nachweisbaren inneren statischen Organellen (Achsenstäbe, Fibrillensysteme) und schließlich die 4 Gruppen von Bewegungsvorgängen: 1. Bewegung durch Pseudopodien, 2. Bewegung durch Undulipodien (Geißeln und Cilien), 3. Myonemkontraktion, 4. die gleitende Bewegung der Gregarinen. Binnendruck und Oberflächenspannung sind die bei der Bildung der Pseudopodien tätigen Kräfte. Von der Ursache der Verminderung und Erhöhung des Oberflächendruckes gibt am besten die Theorie von *Jensen* eine Vorstellung. Danach soll die Expansion, also die Verminderung der Spannung dort eintreten, wo die Assimilierung am stärksten ist, die sphärogene Bewegung dagegen dort eintreten, wo die Dissimilierung überwiegt oder die Assimilierung geringer ist. Denn bei der Assimilierung im Gegensatz zu der Dissimilierung findet eine Verminderung der Molekülenzahl durch Vereinigung mehrerer einfacherer Molekülen statt und die Oberflächenspannung ist dem Quadrat der Molekülenzahl proportional. Dieselbe Theorie ist auch auf die Geißel- und Cilienbewegung anwendbar, welche im Grunde weiter nichts als dieselbe Pseudopodienbewegung des flüssigen Überzuges der Geißel und Cilien sein soll, die durch die antagonistische Wirkung des elastischen, aus seiner Gleichgewichtslage gebrachten Gelfadens in bestimmte Richtung gelenkt wird.

Obwohl bei Protozoen auch pflanzliche Assimilierung (autotrophe, holophytische Ernährung) vorkommt, wird im Kapitel über Stoffwechsel nur die heterotrophe, holozoische Ernährung, und insbesondere die Nahrungsaufnahme durch Pseudopodienbewegung, durch Mundstellen und durch Osmose, Verdauungsvorgänge, wie sie bei Amöben und Infusorien verfolgt werden können, sowie die Stoffausscheidung durch Cytopygen und kontraktile Vakuolen ausführlich behandelt.

Die cytogen genannten Vermehrungsvorgänge der Monoenergiden, die in der Regel als Zweiteilung, sei es die Längsteilung, wie bei den Flagellaten, oder die Querteilung, wie bei den Infusorien, aber auch als die sogenannte Knospungsteilung der Thecamöben auftritt, und die multiple Teilung, wie sie bei Coccidien, Gregarinen, Malariaplasmodien und auch bei Trypanosomen als agame Vermehrung (Schizogonie) oder nach Befruchtung als Sporogonie vorkommt, stellen neben der nach *Doflein* Plasmotomie genannten, von der Kernteilung unabhängigen Zellteilung der polyenergiden Protozoen das Wesen der Fortpflanzungsvorgänge dar, als deren Ursache von *Hertwig* die Kernplasmaspannung infolge Verschiebnug der Kernplasmareaktionen, von *Hartmann* und *Prowazek* das gegenseitige Wachstumsverhältnis zwischen einer lokomotorischen Komponente (Teilungsfaktor) und einer trophisch-generativen Komponente (Wachstumsfaktor) des Kernapparates angesehen wird.

Obwohl mit der Fortpflanzung oft eng verknüpft, stellt die Befruchtung, wie aus den Beobachtungen bei Protozoen hervorgeht, eine von den Vermehrungsvorgängen unabhängige Lebenserscheinung von besonderer Art und Bedeutung dar. Die Befruchtung ist eine physiologische Notwendigkeit, wenn auch nicht im Leben des Individuums, so doch in dem der Art. Als Ursache der bei Protozoen als Kopulation, Autogamie oder Konjugation sich vollziehenden Befruchtung läßt Verfasser weder die Keimplasmamischungstheorie (Amphimixis) *Weismanns*, noch die Verjüngungs- und Regulationshypothesen (*Hertwig*), sondern die von *Bütschli* und *Schaudinn* aufgestellte Sexualitätshypothese gelten, die von der Annahme ausgeht, daß jede Protozoenzelle zwittrig ist. Nach dieser Theorie entsteht durch eine übermäßige, entgegengesetzte Verschiebung des Verhältnisses zwischen den männlich genannten Teilungskomponenten und dem als weiblich angesprochenen trophischen Kernmaterial zweier Protozoen die Notwendigkeit eines durch die Befruchtung zustande kommenden Ausgleiches. Dabei empfiehlt Verfasser, weniger auf eine morphologische Auffassung der Sexualität, als auf die allgemeineren physiologischen Begriffe „Teilungsfaktor" und „Wachstumsfaktor" Gewicht zu legen.

Den kurzen Ausführungen über ontogenetische Entwicklung, Polymorphismus, Generationswechsel, Variabilität und Vererbung mit den Modifikationen, Mutationen und Dauermodifikationen, folgt als Schluß des allgemeinen Teiles das interessante Kapitel über die Beziehungen zwischen Parasit und Wirtsorganismen (Ökologie). Hier stellt Verfasser zur Erklärung der labilen Infektionen und Recidiven die Hypothese auf, daß durch eine dauernde Hemmung des Teilungsfaktors bei Fortwirken des Wachstumsfaktors die labilen Infektionen und durch die Überwindung dieser Hemmung die Recidiven zustande kommen. Bei dem Auftreten serumfester Recidivstämme sowie arzneifester Stämme handelt es sich vermutlich um Dauermodifikationen.

Die Protozoen werden in 5 Klassen eingeteilt: 1. Sarcodinen mit den Unterklassen: Rhizopoden (Ordnungen: Amoebinen, Testaceen und Foraminiferen), Heliozoen und Radiolarien; 2. Mastigophoren mit den Unterklassen: Euflagellaten (Ordnungen: Rhizomastiginen, Protomonadinen, Binucleaten, Hypermastiginen, Chromomonadinen, Chloromonadinen, Euglenoidinen, Phytomonadinen) und Dinoflagellaten (Ordnungen: Peridineen und Cystoflagellaten); 3. Amoebosporidien mit den Unterklassen Cnidosporidien (Ordnungen: Myxosporidien, Actinomyxidien, Microsporidien) und Acnidosporidien und den noch nicht sicher dazu gehörenden (Ordnungen: Sarcosporidien und Haplosporidien); 4. Sporozoen mit den 3 (Ordnungen: Coccidien, Aggregatarien und Gregariniden); 5. Infusorien mit den Unterklassen Ciliaten (Ordnungen: Holotrichen, Heterotrichen, Hypotrichen und Peritrichen) und Suctorien. Als Anhang die Spirochätoideen, deren Zugehörigkeit zu den Protozoen noch umstritten ist. Diese Einteilung der Protozoen dürfte hauptsächlich wegen der Aufrechterhaltung der viel umstrittenen Ordnung der Binucleaten vielfach auf Widerspruch stoßen.

Das folgende Kapitel über die allgemeine Technik der Protozoenuntersuchung ist ein schwacher Punkt des Buches. Es genügt wegen übermäßiger Kürze (4 Seiten) weder dem Anfänger, noch dem Fachmann.

Im ersten Kapitel des speziellen Teiles werden die Entamöben und besonders die durch die E. histolytica verursachte Amöbendysenterie ausführlich behandelt. Das zweite Kapitel befaßt sich kurz mit den Protomonadinen. Die Binucleaten, die die wichtigsten protozoischen Krankheitserreger umfassen, sind Gegenstand des dritten und weitaus umfangreich-

sten Abschnittes. Nach einer eingehenden, einleitenden Übersicht über die allgemeine Morphologie und Entwicklung der Binucleaten werden unter besonderer Berücksichtigung der Diagnose, Behandlung, Übertragung und Bekämpfung der verschiedenen Krankheiten die Trypanosomen und die von ihnen verursachten Krankheiten bei Menschen und Tieren, dann die Leishmanien und Leishmaniosen, ferner die Piroplasmen und Piroplasmosen und schließlich die Malaria eingehend dargestellt.

Im vierten, den Spirochäten gewidmeten Kapitel erscheint die von der bereits eingebürgerten abweichende Nomenklatur wenig zweckmäßig. Die Myxosporidien, Microsporidien, Haplosporidien, Sarcosporidien, die Coccidien und schließlich die Infusorien bilden die folgenden, meistens kurz gefaßten Kapitel des vorzüglich ausgestatteten Lehrbuches, das durch ein reiches Literaturverzeichnis abgeschlossen wird. *H. Da Rocha-Lima, Hamburg.*

Eppinger, Hans, Zur Pathologie und Therapie des menschlichen Oedems. Zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Schilddrüsenfunktion. Berlin, Julius Springer, 1917. VIII, 184 S. und 37 Abbildungen. Preis M. 9,—.

Der Ausgangspunkt dieser äußerst fruchtbaren klinisch-experimentellen Studie ist die Behandlung derjenigen Formen von Oedemen, welche hartnäckig der Behandlung von Mitteln, die spezifisch entweder auf die Niere oder das Herz wirken, mit Schilddrüsenpräparaten. Der Erfolg ist in den zahlreichen, kritisch auf das feinste durchgearbeiteten Fällen ein frappanter (die Versager sind begründet, die Contraindicationen genau berücksichtigt), womit die günstigste Vorbedingung dafür geschaffen wurde, daß der theoretische Gedankengang, der zur neuen Therapie führte und dem ein hohes wissenschaftliches Interesse innewohnt, ein richtiger war. *Eppinger* ging nämlich davon aus, daß die Ursache mancher Oedeme nicht in einer geschädigten Funktion der Niere oder des Herzens zu liegen brauche, sondern in einer verminderten Leistungsfähigkeit hinsichtlich des Transportes von Wasser und Salzen eines anderen großen Organsystemes, nämlich des Unterhautzellgewebes. Sobald aber einmal dieser Standpunkt als eine gut gestützte Arbeitshypothese erkannt worden war, mußten damit die weitschichtigeren Probleme von der Funktion der Schilddrüse, von der Lymphbildung und von dem Stoffaustausch zwischen Blut und Geweben in das Bereich der zu untersuchenden Zusammenhänge eintreten.

Eppinger stellt fest, daß die Entfernung der Schilddrüse bei dem Tier tatsächlich eine verzögerte Ausfuhr von eingeführtem Wasser und Salz zur Folge hat, die nicht auf einer herabgesetzten Nierenfunktion beruht. Auch der Ausgleich zwischen Gewebsflüssigkeit und Blut nach einem Aderlaß verläuft bei schilddrüsenlosen Hunden viel träger und ungenügender als beim normalen. Ganz entsprechend diesem Tatbestand erzielt die Schilddrüsenfütterung im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Schilddrüsenmangel eine Vermehrung der Ausscheidung von intravenös und von subcutan zugeführtem Wasser und Chlor.

Auf dem gesicherten Boden dieser tierexperimentellen Erfahrungen lassen sich die an und für sich viel verwickelteren Erscheinungen beim Menschen klarlegen, wobei *Eppinger* wiederum sorgfältig durchgearbeitete experimentelle Wege einschlägt. Gegenüber der Wasser- und Kochsalzausscheidung des normalen Menschen ist dieselbe bei Myxoedem wesentlich vermindert, bei Basedowkranken aber merklich gesteigert. Hervorzuheben ist hierbei, daß direkte messende Versuche am Unterhautzellgewebe den beschleunigten, beziehentlich verlangsamten Stoffaustausch erkennen ließen.

Der Stoffaustausch im Unterhautzellgewebe, der eine Teilerscheinung des allgemeinen Stoffaustausches ist, leitet *Eppinger* zu einem Überblick über die Lehre von der Physiologie und Pathologie der Lymphbildung. Er findet, unter Anerkennung der zutreffenden Momente der bekannten anderen Lymphtheorien in der cellularphysiologischen Theorie des Referenten eine Basis, um den Erfolg der Zufuhr von Schilddrüse bei der Beseitigung von Oedemen in der Haut, die langsamere Wanderung von Wasser und Chlor bei mangelnder Schilddrüse und den rascheren Transport dieser bei Hyperthyreose zu erklären. Denn da nach dieser Theorie die Aktivität der Zellen die wesentliche Bedingung für die Auslösung der Lymphbildung und somit des Lymphflusses darstellt, das Schilddrüsensekret aber ein starkes Anregungsmitel der Zelltätigkeit ist, besteht hier ein innerer Zusammenhang.

Eppinger ergänzt diesen Zusammenhang durch eine eigene theoretische Erweiterung, indem er annimmt, daß für gewöhnlich nur eine sehr eiweißarme Flüssigkeit durch die Capillaren als Gewebsflüssigkeit austrete, hingegen bei gewissen krankhaften Zuständen eine eiweißreichere Flüssigkeit transsudiere. Diese Albuminurie in die Gewebe soll nun die physikalisch-chemische Ursache für Wasserretention in die Gewebe sein. So ansprechend in manchen Beziehungen diese Theorie ist, so wird sie doch erst weiterer experimenteller Prüfung bedürfen.

In Eppingers Buch begrüßen wir eine außerordentlich fruchtbare und anregende Verbindung des klinischen und experimentellen Forschungsweges auf dem modernen Standpunkt des funktionellen Denkens. Klinische Beobachtungsgabe und hohes experimentelles Geschick haben auf einem schwierigen Gebiete hier sehr schöne praktische und theoretische Erfolge gezeitigt. *Leon Asher, Bern.*

Kraepelin, Karl, Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland. 8. verbesserte Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. XXX, 410 S., 8°. Preis geb. M. 4,80.

Die Familien- und Gattungstabellen sind unter Ergänzung und Verbesserung der Zeichnungen neu bearbeitet, wobei vor allem Gewicht gelegt ist, mehr noch als in den früheren Auflagen, auf Hervorhebung der unterscheidenden Merkmale zur Erreichung größerer Sicherheit der Bestimmung. Die hierdurch bedingte Vermehrung des Textes ist nach Möglichkeit durch Kürzungen bei der Charakteristik der einzelnen Familien ausgeglichen worden. In ihrer neuen, erheblich verbesserten Form ist die bewährte Flora noch wertvoller geworden. Die achte Auflage war das letzte Werk des leider zu früh verstorbenen, verdienten Verfassers, der in *Justus Schmidt* (Hamburg) eine wertvolle Hilfe fand. Für den Gebrauch in Schulen kann das Werk in seiner verbesserten Form nur empfohlen werden. *E. Ulbrich, Dahlem.*

Ornithologische Mitteilungen.

Die Frage nach der **Durchquerung der Sahara** seitens unserer nordischen Brutvögel auf ihren Wanderungen nach und aus dem Süden hat die Biologen, die den Problemen der Zugerscheinungen nachgehen, vielfach beschäftigt. Meist ist man dabei von der Ansicht ausgegangen, daß die unwirtlichen Gebiete der

zentralen Sahara mit ihren oft völlig fehlenden, meist aber sehr geringen Ernährungsmöglichkeiten von sehr wenigen Vögeln überflogen werden. Positive Beobachtungen aus jenen schwer zugänglichen Gebieten lagen indes bisher hierüber nicht vor. Die ersten Mitteilungen, welche mit Sicherheit den Nachweis führen, daß nicht wenige Zugarten und diese vielfach in sehr großer Individuenmenge die Wüste tatsächlich durchqueren, danken wir *Freiherrn Hans Geyr von Schweppenburg*. Derselbe konnte während einer vielmonatigen Reise den Vogelzug in der westlichen Sahara eingehend beobachten und studieren. Der genannte ornithologische Forscher verweilte vom November 1913 bis zum Juni 1914 im Gebiete der großen afrikanischen Wüsten. Seine Studien galten dem bis jetzt zoologisch kaum erforschten Lande der Tuareg. Was den Vogelzug angeht, so beziehen sich *Baron Geyrs* Feststellungen namentlich auf den Frühjahrszug der ausgesprochenen Sommergäste unserer heimischen Brutvögel, unter geringerer Berücksichtigung der Raub-, Wasser- und Sumpfvögel. Sie weisen nach, daß diejenigen europäischen Zugvögel, welche im Winter im allgemeinen das palaearktische Gebiet nicht verlassen, zum Teil im Herbst in südwestlicher Richtung ziehen. Diese Zugrichtung wird durch die Lage ihrer Winterquartiere, d. h. namentlich durch den Verlauf der Winter-, im besonderen der Januarisothermen veranlaßt. Eine geringe Anzahl unserer heimischen Zugvögel, welche man in der westlichen Sahara erwarten könnte, haben einen mehr östlich gerichteten Zug, der sie im Herbst nach Ostafrika und Südasien führt. *Geyr* fand sie daher auch nicht in den von ihm durchwanderten Teilen der algerischen Wüste. Zu diesen Arten gehören einige unserer Würger, Grasmücken, Fliegenfänger und Ammern. Im Hinblick auf diese Arten darf vielleicht angenommen werden, daß sie zeitlich noch nicht lange ihre westlichen Brutgebiete bewohnen und bei ihren Wanderungen ihren Ausbreitungsweg innehalten. Mit Recht betont *Geyr*, daß die allgemeine Gültigkeit der Annahme, daß Reise- und Ausbreitungsweg einer Art immer zusammen fallen müssen, durchaus nicht bewiesen sei, manche Tatsachen sogar gegen eine solche Annahme sprechen. Von Bedeutung ist nach den einwandfreien Beobachtungen *Geyrs* der Nachweis, daß eine ausgesprochene Zugstraße der Vögel, wie wir sie vielfach in Europa annehmen müssen, in der inneren Sahara nicht vorhanden ist. Eher darf das Gegenteil angenommen werden. Die Tatsache, daß gewisse gut fliegende Arten in der nordafrikanischen Wüste außerordentlich selten angetroffen werden, macht es nicht unwahrscheinlich, daß diese unwirtlichen Wüstenstriche, die eine Entfernung von etwa 1500 km ausmachen, ganz ohne oder nur mit verschwindend geringen Unterbrechungen überschritten werden. Was die Dauer der Durchquerung angeht, so umfaßt die Zugzeit in der inneren Sahara für gewisse Arten einen langen Zeitraum. *Geyr* nimmt 2 bis 3 Monate an. Hierin liegt ein Beweis dafür, daß diese Zugvögel erst nach und nach, je nach dem Bewohnbarwerden ihrer Brutgebiete und, man muß hinzufügen, nach der Möglichkeit ständiger Ernährung dort, die Winterherbergen verlassen. Interessant ist die von *Geyr* beobachtete Tatsache, daß auch in der Wüste die alten Männchen den Zug eröffnen. Hinsichtlich der in letzter Zeit vielfach diskutierten Frage der relativen Zughöhe der wandernden Vögel weist der Reisende darauf hin, daß dieselbe, soweit er beobachten konnte, in der Sahara gering war. Höhere Erhebungen werden indes dort von den ziehenden Vögeln nicht gemieden.

Dies eine kurze Darstellung der durch *Baron Geyr* gewonnenen Resultate seiner Beobachtungen über den Vogelzug in der westlichen Sahara. Sie erschöpfen die diesbezüglichen Fragen zwar nicht, bringen aber immerhin wertvolles Material und die Anregung zu weiteren Studien.

Über **sprechende Wellensittiche** liegen in der wissenschaftlichen Literatur nur wenige einwandfreie, nicht durch die „helfende Phantasie" des Besitzers beeinflußte Beobachtungen vor. Aus der großen Familie der Plattschweifsittiche, *Platycercidae*, zu denen der kleine australische *Melopsittacus undulatus* gehört, kennen wir nur wenige sprachbegabte Individuen. Die amerikanische Gattung *Chrysotis* wie die afrikanische *Psittacus* sind es fast ausschließlich, welche „sprechende" Vögel liefern. Vor kurzem hatte *Friedr. von Lucanus* Gelegenheit, junge, noch unselbständige Wellensittiche aufzuziehen. Einer dieser kleinen Papageien erwies sich als ein ungemein sprachbegabtes Individuum. *Lucanus* bezeichnet das Tier als das gelehrigste, welches er je besessen und beobachtet hat. Im Alter von 4 Monaten wurde bei ihm mit einem regelrechten Unterricht begonnen, wobei der Sittich eine staunenswerte Nachahmungsgabe entwickelte. Einzelne Worte oder kurze, aus 2—3 Worten bestehende Sätze, die ihm im Laufe des Tages etwa 4—5mal in je zehnmaliger Wiederholung vorgesprochen wurden, erlernte der Vogel innerhalb weniger Tage. Wie groß die Auffassungsgabe des Tieres ist, geht aus dem von *Lucanus* veröffentlichten Protokoll hervor, welches er bei dem Sprachunterricht führte. Das Repertoire umfaßt eine größere Reihe von Worten und ganzen Sätzen, den Gesang einiger Strophen, gepfiffene Signale, Nachahmung der Stimmen anderer Vögel und Imitationen menschlicher Laute. Das einmal Gelernte behielt der Sittich im allgemeinen gut. Das Nachahmungstalent ließ mit dem Alter des Tieres, wie man dies bei anderen Arten oft beobachtet hat, nicht nach. Nur in einem Falle konnte *Lucanus* beobachten, daß der Vogel mit den erlernten Worten bestimmte Vorgänge verbindet. Nach den von ihm gemachten Wahrnehmungen möchte er daher nur eine geringe Assoziationsfähigkeit seines Sittichs annehmen. Er betont in seiner interessanten Veröffentlichung, „daß es sich bei der geistigen Begabung des von ihm aufgezogenen Vogels offenbar lediglich um ein reines Nachahmungsvermögen handelt, das freilich durch die Gabe schneller Auffassung sowie durch ein vorzügliches Gedächtnis selten hoch entwickelt ist". *Lucanus* schließt seine wertvollen Mitteilungen mit einem sehr interessanten Hinweis. Er erinnert daran, daß die Papageien, die vielfach in der Gefangenschaft eine so starke Nachahmungsfähigkeit bekunden, in dem Freileben gar nicht spotten. Daß ein Tier aber in der Gefangenschaft, führt *Lucanus* weiter aus, „plötzlich ein Talent zeigt, welches im Freileben gar nicht zur Geltung kommt und infolgedessen durch den mangelnden Gebrauch auch gar nicht ausgebildet sein kann, ist eine Erscheinung, die mit den Gesetzen der Entwicklung und Vererbung nur schwer in Einklang zu bringen ist und jedenfalls von einem sehr regen und hochentwickelten Seelenleben der Psittaciden zeugt".

Der Glaube an den **Winterschlaf der Vögel** ist uralt. Selbst in neueren Werken wird die Frage noch als eine offene behandelt, wie *Wesemüller* in einer im Journal für Ornithologie veröffentlichten Untersuchung nachgewiesen hat. Vor kurzem noch wurde Ref. in der Mark von einem Manne erzählt, daß er in seiner Jugend gesehen habe, wie man Staare im Frühling aus dem Schlamm eines Sees hervorgeholt habe, die nach

einiger Erwärmung munter davongeflogen wären. Schon in frühester Zeit hat es klar sehende Naturforscher gegeben, die gegen diesen Aberglauben Front machten. So der berühmte Rektor des Berliner Gymnasiums zum Grauen Kloster *Johann Leonhard Frisch*. In seinem großen Werke „Vorstellung der Vögel Teutschlands" (1733—1763) suchte er seinen Zeitgenossen die Unmöglichkeit des Winterschlafes der Vögel nachzuweisen. *Wesemüller* hat nun in seiner Arbeit die Frage gestellt, wie es möglich sei, daß eine solche Fabel sich so lange halten und als ernstlich geglaubter Gegenstand durchsetzen konnte. Die Erklärung für diesen tief eingewurzelten Volksglauben möchte er nicht in irrigen und falsch gedeuteten naturwissenschaftlichen Beobachtungen, als vielmehr in einer Nachwirkung uralter mythologischer Vorstellungen erblicken. Er geht in seiner Arbeit auf die alten germanischen Mythen des schlafenden Sonnenvogels, wie sie in den Forschungen *Wilhelm Mannhardts* niedergelegt sind, näher ein. Wenn die schöne Jahreszeit schwindet und die grauen Tage beginnen, dann geht der leuchtende Sonnenvogel zur Ruhe, um erst im Frühling zu neuem Leben zu erwachen. Diese Idee vom Winterschlaf der mythischen Wolkenvögel ist überall im deutschen Volke vorhanden und weit verbreitet gewesen. Die Annahme *Wesemüllers*, daß sich dieser Volksglaube schließlich auf die wirklichen Vögel übertragen habe, ist nicht von der Hand zu weisen.

H. Schalow, Berlin.

Das numerische Verhältnis der Geschlechter in der Vogelwelt. (*Journal für Ornithologie* 1917, Bd. 2, Festschrift für Geheimrat Prof. Dr. *Reichenow*.) Im Gegensatz zu der allgemein verbreiteten Ansicht, daß unter den Vögeln das männliche Geschlecht stärker vertreten ist als das weibliche, führt der Verfasser zahlreiche Beispiele an, die eine Mehrzahl der Weibchen bekunden. So fand sich unter 14 vollzähligen Bruten junger Singvögel, Spechte und Eisvögel nur in 4 Fällen eine Mehrzahl an Männchen, dagegen in 5 Fällen eine Mehrzahl an Weibchen und einmal sogar eine nur aus Weibchen bestehende Nachkommenschaft, während in vier Fällen die Anzahl der Geschlechter eine gleiche war. Ein besonders starkes Überwiegen des weiblichen Geschlechts macht sich bei den Raubvögeln bemerkbar. *Falz-Fein* erlegte in seinem Tierpark in Askania-Nova innerhalb eines Tages 8 Rötelfalkenweibchen an derselben Nisthöhle, die sich nacheinander dem ledigen Männchen zugesellten. Ähnliche Beobachtungen wurden auch beim Sperber und Wanderfalken gemacht.

Verfasser beobachtete, daß unter den im Herbst umherstreichenden Gimpelscharen die jungen Männchen der zweiten Brut, die als solche an der noch rückständigen Mauser erkenntlich waren, erheblich zahlreicher waren als die Weibchen, während die bereits vermauserten Vögel, also Junge der ersten Brut oder Alte, zum größten Teil weiblichen Geschlechts waren. Von den oben erwähnten 14 Vogelbruten entstammten alle Bruten mit einer Mehrzahl der Weibchen der ersten Fortpflanzungsperiode im Frühjahr, die Bruten mit einer Mehrzahl der Männchen größtenteils aus der zweiten Fortpflanzungsperiode. In allen diesen Fällen ist also in der ersten Brut vorwiegend weibliche, in der zweiten Brut vorwiegend männliche Nachkommenschaft erzeugt worden, was vielleicht ein allgemeines Naturgesetz in der Vogelwelt ist.

Wenn dies Naturgesetz sich bewahrheitet, so lassen sich folgende Schlüsse daraus ableiten:

1. Bei allen Vogelarten, die jährlich nur einmal brüten, muß das weibliche Geschlecht erheblich zahlreicher sein. Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht die Tatsache, daß bei den nur einmal jährlich brütenden Raubvögeln die Weibchen in bedeutender Überzahl vorhanden sind.

2. Bei den zweimal jährlich brütenden Vögeln muß das Geschlechtsverhältnis ungefähr ein gleiches sein, da die Mehrzahl der in den ersten Bruten erzeugten Weibchen durch die Mehrzahl der Männchen in den zweiten Bruten ausgeglichen wird.

3. Bei den Vogelarten, die mehr als zweimal im Sommer brüten, muß sich eine erhebliche Mehrzahl an Männchen bemerkbar machen, da in den späteren Bruten vorwiegend männliche Nachkommen erzeugt werden. Bei dem 3—4-mal im Sommer brütenden Haussperling ist auch tatsächlich das männliche Geschlecht ganz beträchtlich zahlreicher als das weibliche; denn Bilder, wo 6 oder noch mehr Männchen in heftiger Fehde um ein Weibchen bemüht sind, kann man im Frühling und Sommer täglich beobachten.

Zur Bekräftigung seiner Ausführungen weist *v. Lucanus* auf die neuesten Forschungen der Physiologie hin, wonach das weibliche Geschlecht ein Geschlechtschromosom mehr besitzt als das männliche. Zur Erzeugung des weiblichen Organismus gehört also mehr Kraft und Stoff als zum Aufbau des männlichen Organismus, und man kann daher vermuten, daß die Körperbeschaffenheit der Eltern das Geschlecht der Nachkommen beeinflußt. Als Beweis führt *v. Lucanus* die Fortpflanzungsgeschichte der Insekten an. Während die männlichen Hymenopteren parthogenetisch erzeugt werden, gehen die weiblichen nur aus befruchteten Eiern hervor, ihre Entwicklung beansprucht also die doppelte Chromosomenzahl. *Lucanus* machte bei der Zucht buntfarbiger Ziermäuse die Erfahrung, daß durch Inzucht stark degenerierte Elterntiere in der Mehrzahl männliche Nachkommen erzeugten, während unter normalen Verhältnissen das Geschlechtsverhältnis annähernd ein gleiches war mit nur geringer Mehrzahl der Weibchen. Durch Blutauffrischung mit wilden Hausmausmännchen gelang es *Lucanus*, die Zahl der weiblichen Jungen wieder zu heben.

Vom physiologischen Standpunkt aus erscheint daher die Annahme, daß die Vögel in der ersten Brut mehr weibliche, in den späteren mehr männliche Nachkommen erzeugen, vollauf gerechtfertigt. Im Frühjahr zu Beginn der Fortpflanzungszeit stehen der Fortpflanzungstrieb und die Entwicklung der Geschlechtsorgane auf dem Höhepunkt; der ganze Organismus befindet sich in vollster Kraft. Infolgedessen wird die weibliche Tendenz in den Keimzellen überwiegen. Bei den späteren Bruten dagegen ist der Organismus der Eltern durch das vorangegangene Brutgeschäft und die mühsame Aufzucht der Jungen, die die eigene Ernährung beeinträchtigte, erheblich geschwächt, was auch die Geschlechtschromosomen ungünstig beeinflußt und daher die männliche Tendenz in den Keimzellen begünstigt.

Am Schluß der Arbeit weist der Verfasser auf die Erfahrungen hin, die in der Geflügel- und Kaninchenzucht hierüber gemacht sind, aus denen sich aber keine Schlüsse auf die Verhältnisse in der Natur ableiten lassen, wo die Tiere unter ganz anderen Einflüssen und Bedingungen leben und daher auch ganz andere biologische Grundsätze zur Geltung kommen.

Autoreferat.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9
Verlag von Julius Springer in Berlin W. 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.